

**VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU**

Ivica Leci

**UTJECAJ SUSTAVNOG ODRŽAVANJA NA EFEKTIVNOST VOZILA**  
**IMPACT OF SISTEMATIC MAINTENANCE ON VEHICLE**  
**EFFECTIVNESS**

Završni rad

Gospić, 2017.

**VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU**

Prometni odjel

Stručni studij cestovnog prometa

**UTJECAJ SUSTAVNOG ODRŽAVANJA NA EFEKTIVNOST VOZILA**

**IMPACT OF SISTEMATIC MAINTENANCE ON VEHICLE  
EFFECTIVENESS**

Završni rad

MENTOR:

Prof. dr. sc. Hrvoje Baričević

STUDENT:

Ivica Leci

MBS: 0296014957

Gospić, srpanj, 2017.

Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću

Prometni odjel

Gospić, 29.05. 2017.

## Z A D A T A K

za završni rad

Pristupniku Ivica Leci MBS: 0296014957

Studentu stručnog studija Cestovnog prometa izdaje se tema završnog rada pod nazivom  
Utjecaj sustavnog održavanja na efektivnost vozila

Sadržaj zadatka :

1. Uvod
2. Razvoj vozila s uvođenjem održavanja
3. Analiza glavnih uzročnika pogoršane teh. stanja vozila
4. Vozilo u sustavu održavanja
5. Analize i proračuni sustava održavanja
6. Tehnički pregled vozila
7. Zaključak

Završni rad izraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću.

Mentor: Hrvoje Baričević zadano: 29.05.'17, [potpis]  
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Pročelnik odjela: Matko Jurić predati do: 30.07.'17, [potpis]  
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Student: Ivica Leci primio zadatak: 29.05.'17, [potpis]  
(ime i prezime) (nadnevak) (potpis)

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupniku

SAŽETAK

## IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom Utjecaj sustavnog

obložavanja na efektivnost vozila izradio/la samostalno pod

nadzorom i uz stručnu pomoć mentora prof. dr. sc. Hrvoja Borčevića.

Ivica Leci

Ilevi

(potpis studenta)

## **SAŽETAK:**

U današnje vrijeme, posjedovanje vozila više nije luksuz nego potreba, što se može vidjeti iz podataka o broju registriranih vozila, kako na državnoj tako i globalnoj razini, a osim za vlastite potrebe vozila se koriste i za rad u sve većem broju, bilo to za neki specifičan rad, kao npr. prijevoz tekućih tvari ili za prijevoz tereta. Svako vozilo ima svoju učinkovitost, isplativost, vijek trajanja i druge karakteristike. Svakom vlasniku vozila cilj je maksimalno iskorištavanje vozila, tj. koristiti ga što duže uz što manje kvarove, otkaze i troškove. Upravo tu svoju ulogu nalazi održavanje vozila. Održavanje vozila je proces kojim se postiže produljenje vijeka trajanja vozila i smanjenje troškova uzrokovanih kvarovima, uz uvjet kvalitetnog organiziranja održavanja. Postoje razni programi održavanja, neki su planirani i organizirani na razini poduzeća koja svoj rad obavlja vozilima, a neki su čak i obvezni zakonom, kao npr. tehnički pregled vozila.

Ključne riječi: održavanje vozila, program održavanja, sustavno održavanje, tehnički pregled

## **SUMMARY:**

In modern times, owning a vehicle is not a luxury, it is necessity, what can be seen from data about a number of registered vehicles, both on global and state level. In addition vehicles, apart from being used for personal needs, are being more and more used for work purposes, either for specific tasks like transport of liquid substances or simple cargo transport. Every vehicle has its effectiveness, profitability, life cycle and other characteristics. A goal for every vehicle owner is maximum exploitation of a vehicle, in other words, longer use with less failures, and costs. That is where systematic maintenance finds its purpose. Vehicle maintenance is a process whose goal is extension of a vehicle life cycle and reducing costs caused by failures with the condition of quality maintenance. There are different maintenance programmes, some are planned and organised by the company which is using the vehicles for task completion and some are required by the law like technical inspection.

Keywords: vehicle maintenance, maintenance programme, systematic maintenance, technical inspection

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
1.1. Problem i predmet završnog rada	2
1.2. Svrha i ciljevi istraživanja	2
1.3. Struktura rada	2
<b>2. RAZVOJ VOZILA S UVAŽAVANJEM ODRŽAVANJA</b>	<b>4</b>
2.1. Faze razvoja vozila	4
2.3. Teoretska i stvarna učinkovitost	7
2.4. Praćenje načina slabljenja parametara sustava	8
<b>3. ANALIZA GLAVNIH UZROČNIKA PROMJENE TEHNIČKOG STANJA VOZILA</b>	<b>10</b>
3.1. Opis stanja vozila	10
3.2. Uzročnici promjene tehničkog stanja vozila	12
3.3. Utjecaj putnih i transportnih uvjeta	13
<b>4. VOZILO U SUSTAVU ODRŽAVANJA</b>	<b>14</b>
4.1. Razvoj koncepcije održavanja	15
4.2. Model procjene troškova za vijek trajanja vozila	19
4.3. Model sustavnog održavanja vozila	20
4.5. Vozač u ulozi održavanja	23
<b>5. ANALIZE I PRORAČUNI SUSTAVA ODRŽAVANJA</b>	<b>24</b>
5.1. Kvalitativna analiza sustava održavanja	24
5.2. Ekonomska analiza sustava održavanja	26
5.3. Proračuni troškova	27
<b>6. TEHNIČKI PREGLED VOZILA</b>	<b>29</b>
6.1. Tehnički pregled vozila u RH	29
6.2. Vrste tehničkih pregleda	30
6.3. Analiza statističkih podataka o tehničkoj ispravnosti vozila	31
<b>7. ZAKLJUČAK</b>	<b>33</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>34</b>
<b>POPIS SLIKA</b>	<b>34</b>
<b>POPIS TABLICA</b>	<b>34</b>

## 1. UVOD

U 21. st. promet igra ulogu krvotoka svjetskog gospodarstva, a u prometu glavnu ulogu ima vozilo, bilo ono cestovno, željezničko, zračno ili vodno.

Vozilo, kao složeni tehnički sustav, koji se stalno usavršava, a samim time i dograđuje, postaje predmet brojnih analiza i istraživanja. Zbog svoje složenosti, specifičnosti kao i zastupljenosti u ukupnom prometu i njihovom utjecaju na funkcioniranje prometa potrebno je uložiti znatne napore sredstva kako bi taj tehnički sustav funkcionirao pouzdano i sigurno u procesu eksploatacije. Naime, tijekom rada tehničkog sustava, taj sustav gubi svoje prvobitne karakteristike, odnosno one izlaze izvan dopuštenih granica odstupanja. Neodgovarajući režimi uporabe i održavanja cestovnih vozila negativno utječu na njihov uporabni vijek i operativnu raspoloživost, što izravno utječe na uspješnost izvršenja prijevoznih zadataka. Radom i međudjelovanjem pripadajućih elemenata i sklopova motornog vozila dolazi do njihovog postepenog trošenja, što negativno utječe na njihovo tehničko stanje. Također postoji mnogo utjecajnih čimbenika koji negativno utječu na vijek trajanja motornog vozila pa ih je potrebno pravodobno detektirati kako bi se njihov utjecaj sveo na minimum. Tako, uslijed dugog i nepravilnog korištenja, dolazi do dotrajalosti pojedinih dijelova koje je potrebno pravodobno zamijeniti. Stoga je, da bi se vijek trajanja dijelova a samim time i vijek trajanja motornog vozila produljio, neophodno pravilno i stručno korištenje i održavanje.

Održavanje vozila nije jednostavan zadatak jer ga treba pomno organizirati kako bi se postigao sam cilj održavanja. Program održavanja treba se planirati već pri planiranju proizvodnje vozila kako bi se moglo što lakše implementirati kada se vozilo pusti u pogon. Nakon što je vozilo pušteno u pogon, neophodno je prikupljanje podataka o vozilu kako bi se program sustavnog održavanja mogao što bolje sistematizirati i time postići što bolji učinak.

### **1.1. Problem i predmet završnog rada**

Problem i predmet ovog završnog rada čini istraživanje utjecaja sustavnog održavanja na efektivnost vozila, odnosno kako održavati vozilo kako bi ono što duže i što kvalitetnije obavljalo rad.

### **1.2. Svrha i ciljevi istraživanja**

Svrha i cilj ovog rada su proširenje znanja o sustavnom održavanju vozila, planiranje i organiziranje programa održavanja, te kakav utjecaj ima na vozilo koje je subjekt takvog održavanja.

### **1.3. Struktura rada**

Struktura rada sastoji se od sedam cjelina (poglavlja):

1. Uvod
2. Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja
3. Analiza glavnih uzročnika promjene tehničkog stanja vozila
4. Vozilo u sustavu održavanja
5. Analize i proračuni sustava održavanja
6. Tehnički pregled vozila
7. Zaključak

U drugom poglavlju riječ je o razvoju vozila s uvažavanjem pogodnosti održavanja za vozilo koje će biti pušteno na rad, kroz faze razvoja vozila, te teoretska i stvarna učinkovitost uz praćenje slabljenja parametara.

U trećem poglavlju analizirani su glavni uzročnici promjene tehničkog stanja vozila.

U četvrtom poglavlju radi se o vozilu u sustavu održavanja te razvoju koncepcije održavanja u vijeku trajanja vozila i predstavljeni su modeli održavanja i procjene troškova.



U petom poglavlju razrađene su analize održavanja te ukratko opisani proračuni troškova održavanja.

U šestom poglavlju opisani su tehnički pregledi vozila kao zakonom predviđeni programi održavanja.

## **2. RAZVOJ VOZILA S UVAŽAVANJEM ODRŽAVANJA**

Mnoge dobre zamisli glede novog ili osuvremenjenog proizvoda najčešće padnu u zaborav ako se ne uvažavaju čimbenici koji utječu na kakvoću proizvoda kao što su troškovi, cijena, rok isporuke, termini, kreditiranje kupaca, dobar i učinkovit servis i opskrba rezervnim dijelovima i održavanje.

Održavanje ima ključnu ulogu u razvoju proizvoda gdje je ključno da se ne zanemaruje pogodnost održavanja i sustav održavanja u koji se proizvod uključuje. Ukratko, proizvod ima određenu pouzdanost i pogodnost održavanja. Za pouzdan proizvod pretpostavlja se besprijekoran i siguran rad u određenom vremenskom intervalu (niski intenzitet otkaza i kvarova) te postojanje povoljnog odnosa između preventivnog i korektivnog održavanja. Vozilo pogodno za održavanje je razvijeno tako da je razvijeno da postoji osposobljen i dostupan kadar za održavanje, oprema i uređaji za definirane razine održavanja, informacijska potpora, prihvatljiv tok materijala i zahtijevana kakvoća održavanja u najširem smislu.

Vozilo kao sustav nije moguće izraditi bez pogrešaka, a ugrađene pogreške će prije ili kasnije pospješiti nastajanje otkaza vozila koji mogu biti pravodobno lokalizirani i ne bi smjeli prouzročiti vezane otkaze pod uvjetom da je vozilo dobro projektirano. Kriteriji koji se uvažavaju prilikom određivanja efektivnosti takvog vozila su vrijeme za detekciju, dijagnozu i prognozu stanja te vraćanje vozila u ispravno stanje i troškovi navedenih aktivnosti. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

### **2.1. Faze razvoja vozila**

Ideje za razvoj vozila ili razvoj novog proizvoda najčešće potječu iz zahtjeva službe marketinga ili njegove grupe za analizu tržišta. Često ideje dolaze od razvojnih inženjera, projekatara, vizionara pojedinaca ili vanjske skupine entuzijasta, ljubitelja motornih vozila itd. U svakom slučaju s razvojem novog vozila nikad se ne počinje iz samog početka, već se

koriste postignuća, dobra i uspješna rješenja iz starih programa vozila koja se ugrađuju u nove programe.

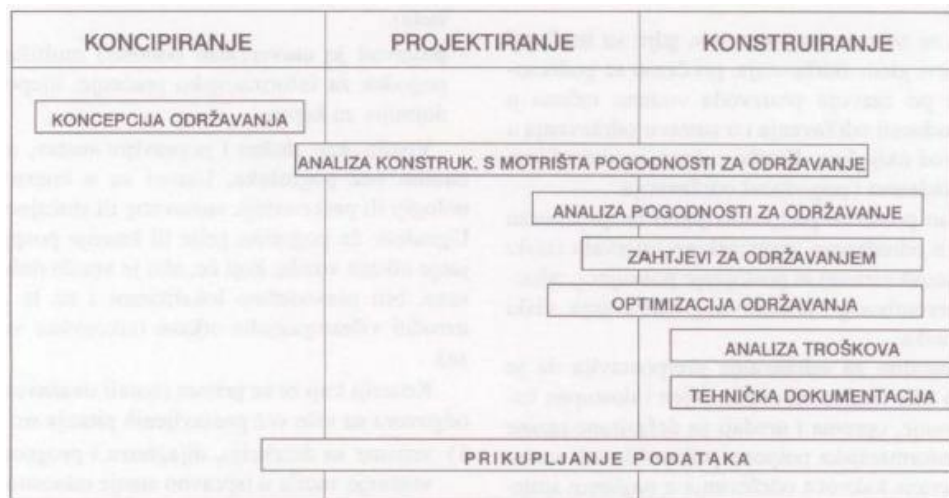
Razvoj novog vozila ili osuvremenjivanje starog programa vozila obuhvaća slijedeće faze:

1. koncipiranje vozila,
2. projektiranje vozila i izradba projektne dokumentacije,
3. konstruiranje vozila i izradba konstrukcijske dokumentacije,
4. izradba prototipa i prototipne dokumentacije,
5. ispitivanje prototipa i provjera atesta ugrađenih komponenata i uređaja,
6. homologacija i pridobivanje certifikata o homologaciji (pojedinačno ili tipska),
7. servisna dokumentacija i
8. lansiranje serijske proizvodnje.

Ako se navedene faze uvažavaju u razvoju vozila, moguće je izraditi vozilo koje će imati naglašene odnosno istaknute performanse, naglašenu pouzdanost i pogodnost održavanja, naglašen izgled i estetiku te naglašene niske troškove razvoja i proizvodnje. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

Sustavnim pristupom u razvoju vozila može se dobiti visoka razina pogodnosti održavanja, prije svega u ranoj fazi projektiranja. Usporedno se odvijaju dva skupa aktivnosti a to su skup aktivnosti koje su vezane za definiranje funkcionalnih značajki vozila i skup aktivnosti kojima su definirani pouzdanost i pogodnost održavanja. Operacionalizacija svake aktivnosti u određenoj fazi može skratiti vrijeme razvoja, troškove, potrebnu stručnu radnu snagu, put realizacije, te na kraju utjecati na konačnu cijenu vozila i njegovu konkurentnost.

**Slika 1. Faze razvoja proizvoda glede pogodnosti održavanja**



Izvor: Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996. str. 140.

## 2.2. Izgradnja sustava pogodnog za održavanje

Strukturiranje vozila po načelu modula najbliže je i najpogodnije rješenje glede ispunjenja zahtijeva za pogodnost održavanja. Po pravilu je moguća funkcionalna ili konstrukcijska modulna gradnja sustava vozila. Razdioba složenog sustava, kao što je vozilo, po konstrukcijskom i funkcionalnom načelu pogoduje daljnjoj analizi konstrukcije, posebno glede pogodnosti održavanja.

Konstrukcijsko načelo izgrađenosti strukture vozila pogoduje definiranju korektivnog održavanja za analizirani proizvod: identifikacija i lokalizacija otkaza, dijagnostika, prognoza, demontaža dijela, popravak dijela (modula), provjera i testiranje dijela ili podsustava (sustava), ugradba i provjera te stavljanje sustava ponovno u funkciju.

Funkcionalno načelo izgradnje strukture vozila podrazumijeva definiranje glavne i pomoćnih funkcija sustava koje su kontrolirane i praćene određenim dijagnostičkim uređajima i sustavima za nadzor po nekom od načela preventivnog održavanja, uključujući i održavanje prema stanju. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

### 2.3. Teoretska i stvarna učinkovitost

Pri razvoju koncepcije sustava ili proizvoda uvijek su u interaktivnoj relaciji strukturni, tehnološki, konstrukcijski, proizvodni i eksploatacijski parametri. Svi parametri vozila imaju vlastite konačne dimenzije kvalitativno i kvantitativno: geometrijske, masene, gradivne, strojno i toplinsko obrađene, zaštićene od djelovanja agresivnih tvari, opterećene statičkim i dinamičkim opterećenjima, vibracijama, toplinski preopterećene. Tako izrađeni dijelovi rade samostalno ili u sklopu više modularne cjeline obavljajući određene funkcije koje vremenom slabe zbog slabljenja značajki dijelova i ograničenog vijeka trajanja. To upozorava na potrebu određene intervencije u sustavu kako bi se razina funkcije održala ili poboljšala do određenog stupnja korisnosti.

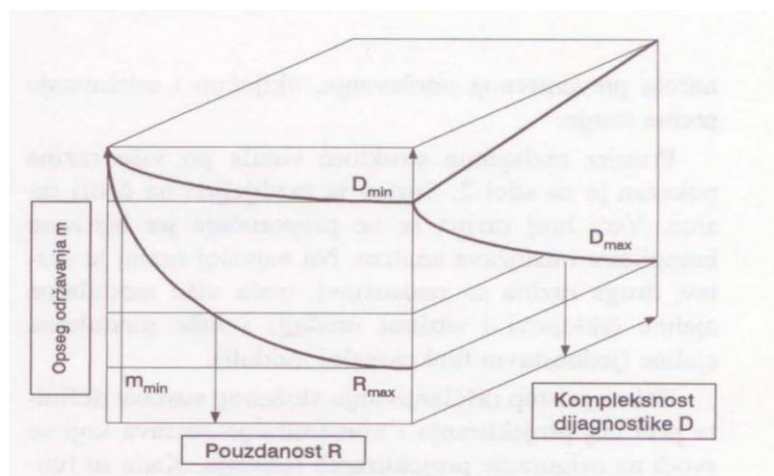
U fazi koncipiranja, projektiranja i konstruiranja razmatramo sustav s teorijskog stajališta, definirajući pritom i njegov teorijski učinak, teorijsku ili zamišljenu kakvoću koja se razlikuje od stvarno postignute kakvoće i učinka na kraju razvojne faze. Samo komponente visoke kakvoće i učinka mogu jamčiti visoku učinkovitost i kakvoću konačnog proizvoda što vodi sinergiji sustava.

U relacijama između teoretskih i stvarnih parametara učinkovitosti sustava, projektantima i konstrukterima uvijek je upitan dobar a rijetko i optimalan izbor komponenata kojima bi postigli postavljene zahtjeve. Nije uvijek u pitanju kompleksna relacija između performansi, pouzdanosti, troškova, cijene i održavanja, ponekad je ključna i strategija poduzeća, izbor kooperanata i financijska politika.

Projektant i konstrukter po pravilu pristupaju razvoju proizvoda s obzirom na pogodnost održavanja s pitanjem zašto bi nastao otkaz, dok se korisnik pita koliko brzo može proizvod vratiti u funkciju, po kakvoj cijeni te koliko će pritom izgubiti dohotka, a mehaničara odnosno servisera zanima koliko brzo može otkriti kvar, kakva oprema mu je potrebna, jesu li raspoloživi rezervni dijelovi. Sukladno tome, projektanti i konstrukteri integriraju probleme mehaničara, servisera i korisnika u jednu cjelinu. Tu se odlučuje i o značenju pojedinih funkcija čije bi stanje ili promjenu stanja trebalo pratiti kontinuirano ili povremeno te definirati preventivne postupke održavanje, predvidjeti životni vijek ključnih dijelova, definirati prioritetnu listu rezervnih dijelova. U suradnji sa stručnjakom za održavanje, projektant i konstrukter definiraju dijagnostički parametar, bio on jedan ili više.

Odnos između obujma održavanja, složenosti dijagnostike i pouzdanosti pokazan je na slici 2., koja pokazuje da visoka pouzdanost sredstva zahtijeva mali obujam održavanja i visoku razinu dijagnostike. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

**Slika 2. Odnos pouzdanosti, obujma održavanja i složenosti dijagnostike**

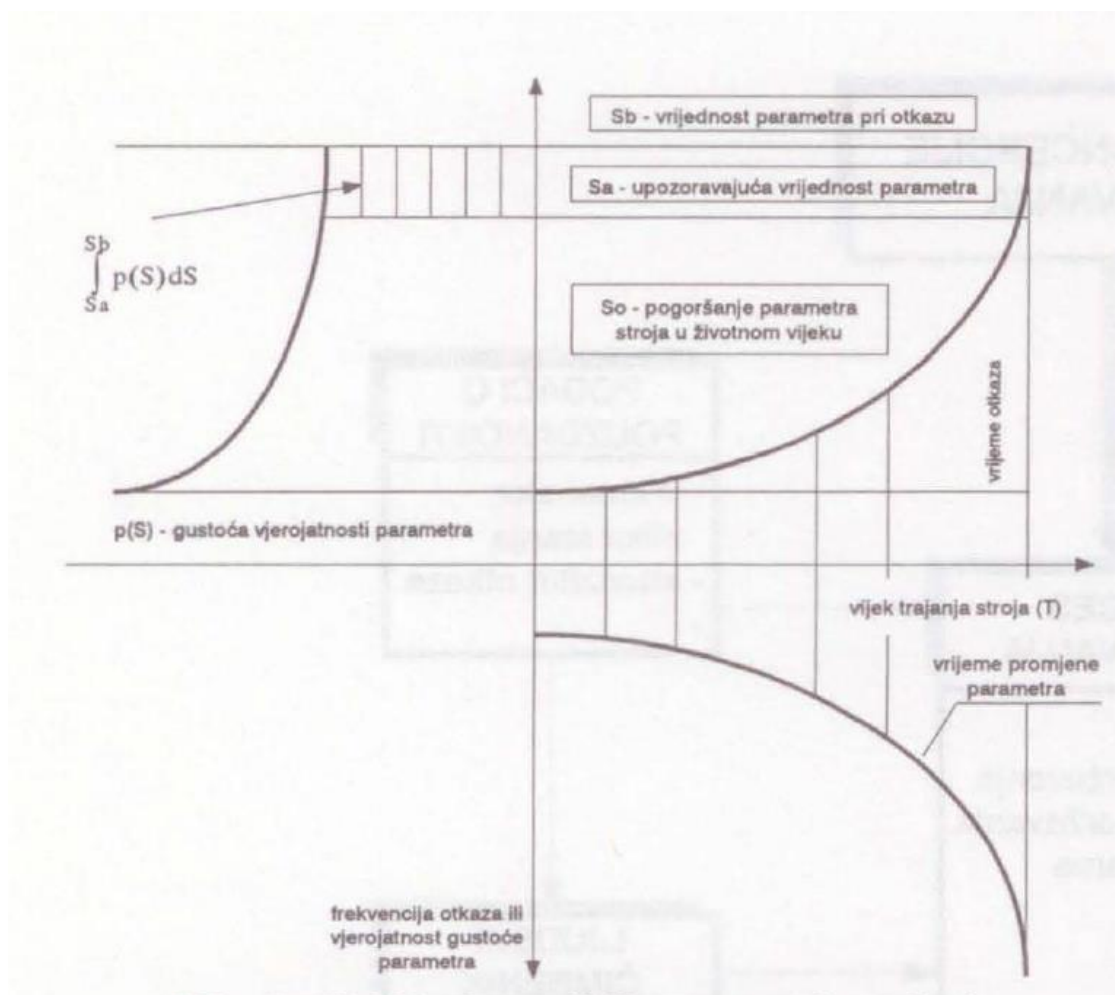


Izvor: Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996. str. 142.

## 2.4. Praćenje načina slabljenja parametara sustava

U tijeku obavljanja svojih funkcija, projektirani sustav odnosno vozilo mijenja svoje radne značajke. Promjene konstrukcijskih, tehnoloških i eksploatacijskih parametara sustava, uvjeta rada i drugih slučajnih čimbenika su posljedice mijenjanja odnosno slabljenja značajki sustava. Poznavanje zakona promjene parametara funkcija vozila omogućuje postavljanje prihvatljive strategije održavanja, uporabom dijagnostike stanje, pri uporabi vozila ili pri njegovu održavanju pri čemu je ključno poznavati prirodu promjene parametara koja je raznolika. Od linearne promjene stanja do promjena koje imaju slučajno obilježje, različit trend rasta, vremenski spore ili brze promjene, s mogućim skokovitim promjenama vrijednosti parametara.

Slika 3. Slabljenje značajke sustava i praćenje promjene stanja određenog parametra



Izvor: Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996. str. 143.

### **3. ANALIZA GLAVNIH UZROČNIKA PROMJENE TEHNIČKOG STANJA VOZILA**

Promjenom tehničkog stanja vozila mijenja se i struktura prijevoznog procesa. Promjena stanja određenog prijevoznog sredstva iz „u radu“ u stanje „u kvaru“ ne utječe samo na dostupnost, odnosno tehničku ispravnost za obavljanje prijevoznog zadatka već i na cjelokupan prijevozni proces, a samim time smanjuje se i mogućnost ispunjenja zahtjeva potražnje, što u konačnici uzrokuje financijske gubitke. Stoga je neophodna analiza utjecaja negativnih čimbenika kao što su zamor, korozija i trenje, čiji se negativan utjecaj može ublažiti pravilnom uporabom i kvalitetnim održavanjem, te vanjskih čimbenika odnosno atmosfersko klimatskih uvjeta koji se mijenjaju tokom godine i tako smanjuju operativnu spremnost cestovnog vozila.

#### **3.1. Opis stanja vozila**

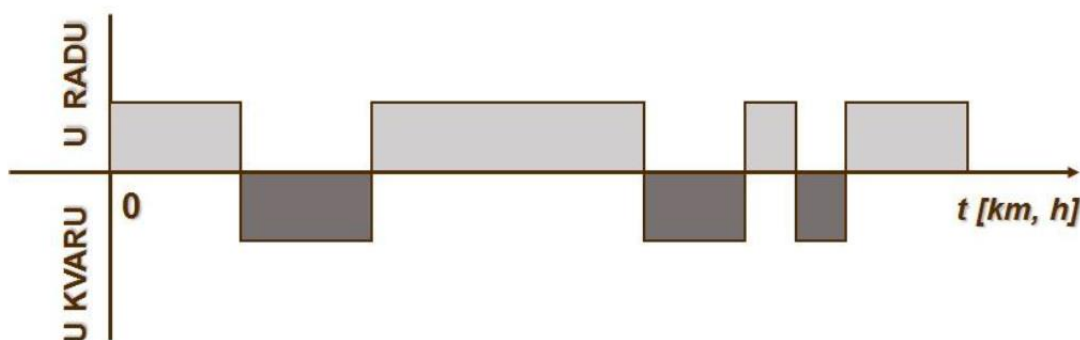
Cilj svih korisnika motornih vozila je da ona što dulje zadovoljavaju projektirane parametre, odnosno da što duže budu u ispravnom stanju. Tijekom vremena dolazi do promjena na vozilu i korisnik pokušava nizom određenih aktivnosti održati projektiranu radnu sposobnost, odnosno ispravno stanje. Proces eksploatacije, koji je izrazito stohastične naravi, uzrokuje pojave oštećenja i kvarove, a zadatak održavanja je da različitim aktivnostima i zahvatima smanji frekvenciju promjene projektiranih svojstava na vozilu.

Stanje vozila je opis stupnja realizacije funkcije odnosno opis realizacije projektirane ili deklarirane radne aktivnosti. Prema teoriji pouzdanosti vozilo se može nalaziti u dva osnovna stanja, i to: stanje "u radu" i stanje "u kvaru". Stanje "u radu" (SUR) označava potpunu ispravnost vozila, odnosno sve izlazne performanse se nalaze u granicama dozvoljenih odstupanja i ono je u potpunosti sposobno vršiti funkciju namjene. Stanje "u kvaru" (SUK) je svako stanje vozila koje odstupa od definiranih (projektiranih, specificiranih, funkcijom kriterija determiniranih) karakteristika funkcije vozila. (Belak S. Terotehnologija. Šibenik: Visoka škola za turistički menadžment; 2005.)



Prema praksi, vozilo se može nalaziti i u većem broju stanja. Stanje "u kvaru" može biti stanje smanjene radne funkcije. Neovisno da li zbog pojave kvara vozilo može nastaviti funkciju s umanjenim performansama (smanjena radna aktivnost) ili nastaje zastoј (prekid svake aktivnosti) pojavom kvara, u teoriji pouzdanosti se smatra da je vozilo izvan funkcije. Osnovna stanja vozila se najbolje mogu prikazati i analizirati pomoću vremenske slike stanja.

**Slika 4. Vremenska slika stanja vozila**



Izvor: Todorović J. Održavanje motornih vozila: osnovi teorije održavanja, Beograd: Mašinski fakultet; 1980.

Vremenska slika stanja prikazuje segmente vremena "u radu" i segmente vremena "u kvaru" a točka "0" označava početak eksploatacije vozila. Nakon puštanja u rada novog vozila ono je ispravno, radno sposobno i u potpunosti izvršava funkciju namjene. U nekom proizvoljnom, slučajnom trenutku vremena (ili nakon određenog broja prijeđenih kilometara) javlja se kvar i vozilo je promijenilo svoje stanje, odnosno prešlo je iz stanja "u radu" u stanje "u kvaru". Pošto je vozilo tipičan primjer popravljivih (obnovljivih) tehničkih sustava, na njemu se tijekom vremena "u kvaru" izvode različite aktivnosti održavanja kako bi se u što kraćem roku vratilo u ispravno stanje i ponovo uključilo u proces eksploatacije.

Svi vremenski intervali koji su prikazani na slici 4. su izrazito stohastične naravi. I vrijeme rada (prijeđeni broj kilometara) do pojave kvara kao i vrijeme trajanja kvara, odnosno vrijeme trajanja održavanja (popravka) su slučajni. Treba naglasiti da je čak i vrijeme trajanja planskih popravaka (planirano, preventivno održavanje) slučajne naravi. Odnos između ovih vremena ("u radu" i "u kvaru") govori i o kvaliteti vozila, odnosno o karakteristikama pouzdanosti i pogodnosti za održavanje kao i o kvaliteti ukupne logističke potpore. Iz navedenog se može zaključiti da su i proces eksploatacije kao i proces održavanja vozila slučajni procesi. (Todorović J. Održavanje motornih vozila, Beograd, 1980.)

### 3.2. Uzročnici promjene tehničkog stanja vozila

Glavni uzročnici promjene tehničkog stanja vozila su zamor, korozija i trošenje.

Zamor je proces pogoršavanja karakteristika materijala zbog višestrukog djelovanja dinamičkih opterećenja koja uzrokuju pojavu pukotina. Pukotina se uvijek pojavljuje na najopterećenijem mjestu i u jednom metalnom zrnju. Daljim opterećenjem dolazi do još jačeg zamora koji uzrokuje širenje pukotina na susjedna zrna, što u konačnici dovodi do loma. (Jurić I. Održavanje cestovnih vozila, e-student FPZ. Zagreb, 2010.)

Utjecajem vlažnosti zraka i atmosferskih zagađivača dolazi do razaranja materijala. Takvo razaranje nazivamo korozija. Nastaje u unutrašnjosti šupljina, zatvorenim profilima, podovima, varenim spojevima, donjim rubovima vrata i dr. Širi se od unutrašnjosti prema vanjskim (vidljivim) dijelovima. Širenje korozije uzrokuje slabljenje vitalnih elemenata i čvrstoće cijelog vozila.

Korozija se razlikuje prema mjestu razaranja materijala i prema obliku, pa postoji:

- opća korozija – zahvaća cijelu površinu materijala,
- mjestimična – napada samo dijelove površine,
- interkristalna – prodire u materijal uzduž granica između zrna,
- selektivna – napada samo određenu komponentu složenog materijala.

Trošenje, kao posljedica trenja, jedan je od najvažnijih uzročnika promjene stanja najvećeg broja elemenata i sklopova na motornim vozilima. Trenje nastaje relativnim kretanjem između dvije susjedne površine u dodiru, a izraženo je silom trenja koja predstavlja otpor kojeg relativnom tangencijalnom gibanju tijela pruža površina po kojoj se giba ili sredstvo (fluid) kroz koje se giba. Postoje različite klasifikacije oblika trošenja obzirom na autora. Prema većini, za ovo područje (motorna vozila) najviše korištena klasifikacija je:

- mehaničko,
- molekularno – mehaničko,
- korozijsko – mehaničko,
- erozijsko,
- kavitacija.

### 3.3. Utjecaj putnih i transportnih uvjeta

Eksploatacijski uvjeti u kojima vozilo funkcionira su složeni, neprestano promjenjivi, dakle izrazito su stohastične naravi, pa se pouzdanost i vijek trajanja vozila mijenjaju ovisno o njima. Pod utjecajem uporabnih uvjeta se mijenjaju režimi rada elemenata i sklopova što ima odraz na intenzitet promjene njihovog stanja. Različita ispitivanja ukazuju da su opterećenja elemenata, sklopova i sustava vozila najveća pri gradskoj vožnji za razliku od vožnje na otvorenom tj. međugradskim cestama.

Najčešći utjecaji pojedinih čimbenika na intenzitet promjene stanja su broj okretaja koljenastog vratila, okretni moment motora, broj promjena stupnjeva prijenosa, zaustavljanja i uključivanja kretanja unatrag, broj kočenja na jedincu prijeđenog puta, količina impulsa promjene opterećenja za jedinicu prijeđenog puta, distribucija opterećenja u danim uvjetima vožnje, specifični rad proklizavanja spojke, specifični rad trenja kočnica, statistička distribucija kuta okretanja upravljačkog kola na jedinicu prijeđenog puta. Svaki od navedenih uvjeta uzrokuju rad motora s jednim dva karakteristična režima, a to su ustaljeni ili stacionarni i neustaljeni ili nestacionarni.

Ustaljeni režim se odlikuje približno konstantnim vrijednostima broja okretaja, okretnog momenta, tlaka, temperature i drugih pokazatelja rada motora, dok se neustaljeni režim odlikuje brzim i naglim promjenama navedenih parametara, dakle nema konstantnih vrijednosti. Neustaljeni režim prevladava u eksploataciji. U gradskim uvjetima je to 95 – 98 % ukupnog vremena rada, a na lošim i jako oštećenim cestama 84 – 96%, dok je na kvalitetnim međugradskim cestama taj odnos 42 – 56%.

Režim rada elemenata i sklopova vozila je direktno ovisan o putnim i transportnim uvjetima, a čine ih:

- raspon opterećenja i brzine kretanja,
- broj okretaja koljenastog vratila,
- broj promjena stupnjeva prijenosa,
- dinamičko opterećenje,
- intenzitet promjena režima rada motora odnosno postotka rada u ustaljenom u odnosu na neustaljeni režim.

## 4. VOZILO U SUSTAVU ODRŽAVANJA

Elementi pogodnosti održavanja koji imaju odlučujuće značenje za sustav održavanja, ugrađeni su u svaki proizvod. Sustav održavanja sličnih proizvoda je organiziran, alociran, uređen i logistički podržan tako da česte promjene i postavljanje svega nanovo nema tehničko ni ekonomsko opravdanje. To mora biti poznato i projektantu i konstrukteru pri razvoju i osuvremenjivanju vozila. Prilagođavanje vozila sustavu održavanja i obrnuto ne utječe samo na cijenu nego i na druge čimbenike koji zauzvrat utječu na samo vozilo i na sustav održavanja. To upozorava na opreznost pri izboru komponenata, na mnoge promjene pri njihovom radu te postupno ili naglo slabljenje funkcija, što naposljetku vodi u otkaz. Proizvod mora biti projektiran tako da otkaz jednog dijela ne prouzroči lančane otkaze koji bi doveli do potpunog prekida funkcije, nego se mora osigurati da otkaz na razini komponente ne prouzroči otkaz na višoj razini proizvoda odnosno modula, sklopa, itd. Otkaz ako, i kad se dogodi, ne smije biti destruktivan ili razoran tj. mora biti lokalni. Jedno od rješenja koje se koristi u proizvodnji je povećanje mehaničke redundancije, odnosno ugradba određenog stupnja sigurnosti pri projektiranju i konstruiranju vozila i njegovih komponenata.

Projektant i konstrukter moraju predvidjeti komponente vozila koje će se uporabom vozila kvariti, koje su izložene takvim opterećenjima i uvjetima rada da je moguće relativno jednostavno predvidjeti njihov otkaz, da je lako otkrivanje otkaza, da je potrebna jednostavna oprema za praćenje stanja vozila i niska razina stručne osposobljenosti serviser, tj. mehaničara koji će u kratkom vremenskom roku sanirati kvar i vozilo vratiti u uporabu. Sve to upozorava na čvrstu povezanost između vozila kao složenog proizvoda s ugrađenom pogodnošću održavanja i samoga sustava održavanja. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

U teoriji održavanja prijevoznih sredstava pouzdanost održavanja ( $P_o$ ) se definira modelom:

$$P_o = \int_0^{t_1} f(t_o) dt_o$$

gdje je:

$t_o$  – vrijeme trajanja održavanja prijevoznog sredstva,

$f(t_o)$  – funkcija gustoće trajanja pojedinih postupaka održavanja,

$t_1$  – određeno trajanje postupka održavanja.

Glede funkcije gustoće trajanja pojedinih postupaka održavanja, ona se može iskazati u obliku:

$$f(t_0) = \frac{n_1}{N_i}$$

gdje je:

$n_1$  – broj intervala neispravnosti, koji su manji od ( $t_1$ ) ili jednaki u analiziranom razdoblju,

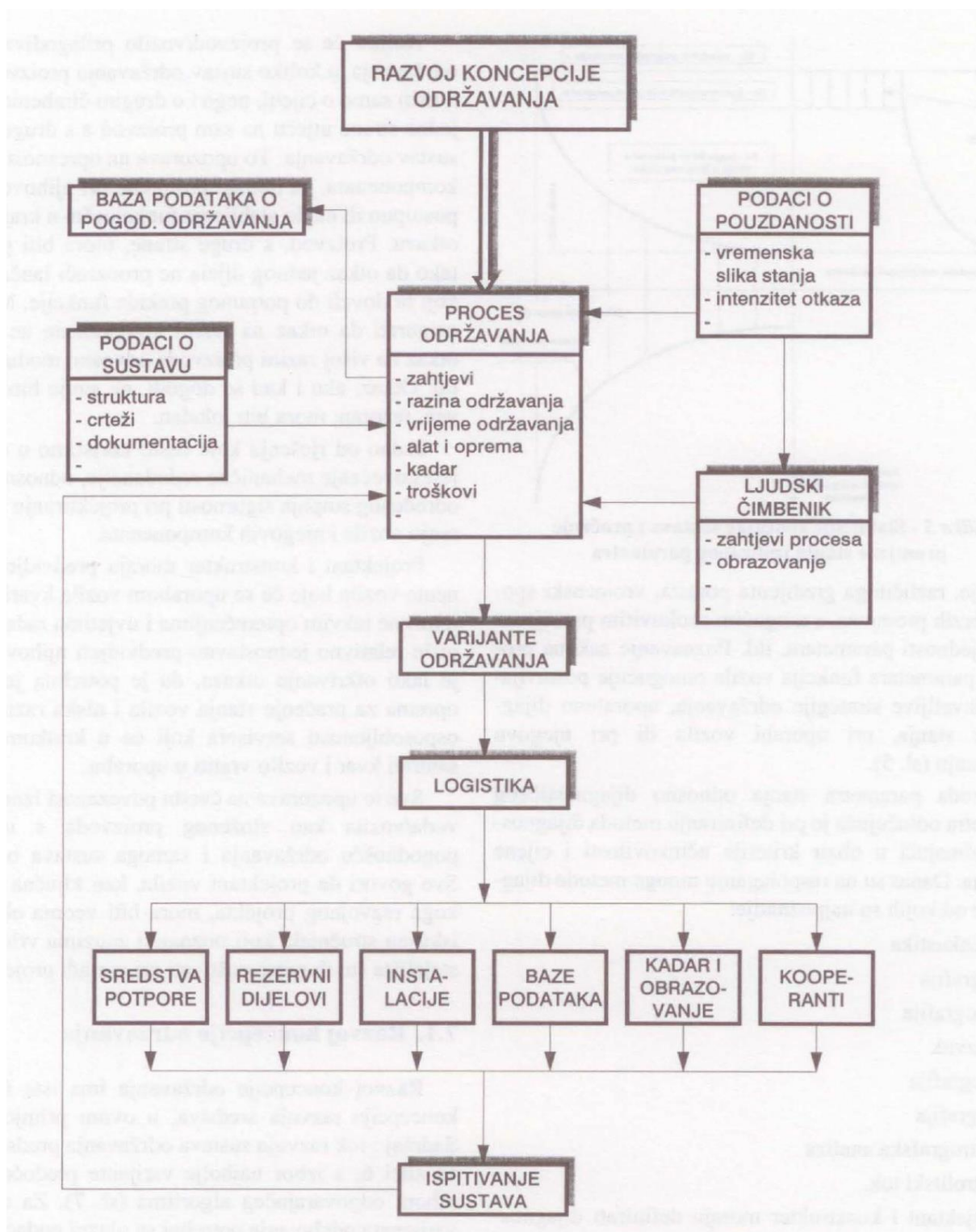
$N_i$  – ukupan broj intervala u otkazu u  $i$ -tom razdoblju.

Analizirajući održavanje motornih vozila mnogi autori ukazuju na to da tu problematiku treba znatno više proučavati, polazeći od suvremenih teorija. Osobito valja istaknuti da je održavanje prijevoznih sredstava aktivnost o kojoj bitno ovisi uspješnost djelovanja prijevoznih sredstava, pa tako održavanje djeluje kao povratna sprega na cjeloviti tehnološki proces u cestovnom prometu. (Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, Rijeka, 2001., str 160.)

#### **4.1. Razvoj koncepcije održavanja**

Razvoj koncepcije održavanja ima iste faze kao i koncepcija razvoja sredstva odnosno vozila. Sadržaj i tok razvoja sustava održavanja predstavljeni su na slici 5., a izbor najbolje varijante predložen je uporabom odgovarajućeg algoritma (slika 6.). Za definiranje varijanata održavanja vozila, pouzdanosti vozila, strukturi i značajkama vozila i procesu održavanja, eksploataciji i dr.

Slika 5. Izbor prihvatljive koncepcije održavanja



Izvor: Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996. str. 144.

Algoritam na slici 6. Temelji se na provjerenim podacima o otkazima vozila koji su dobiveni iz eksploatacije preko servisne službe, posebno za razdoblje jamstva. Praćenje stanja vozila u eksploataciji preko rasta broja otkaza ocjenjivano je zajedno s troškovima održavanjima (PO i KO<sup>1</sup>) i posljedicama koje su mogle nastati ili su nastale pri otkazu vozila. Algoritam nudi izbor rješenja za odgovarajući sustav održavanja odnosno upućuje na potrebu modifikacije vozila, konstrukcijske ili tehnološke promjene, kojima bi se osigurala ili poboljšala pouzdanost i sigurnost vozila. (Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Maribor, 1996.)

Postupak za definiranje koncepcije održavanja obuhvaća sljedeće aktivnosti:

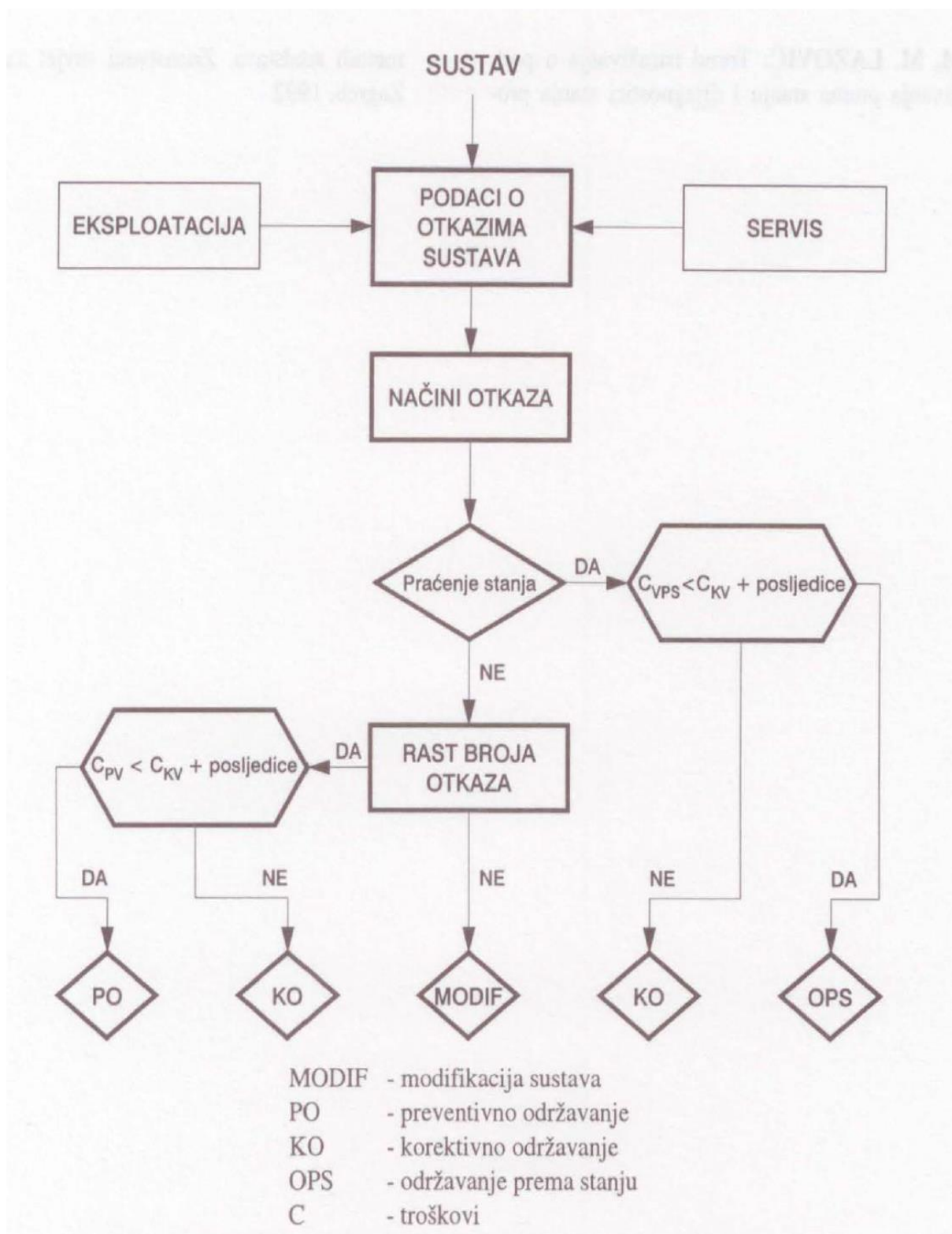
- definiranje strukture sustava (strukturno i funkcionalno raščlanjivanje),
- analizu otkaza,
- prognozu i ocjenu intenziteta otkaza,
- alokaciju pouzdanosti,
- prognozu i ocjenu pouzdanosti,
- alokaciju pogodnosti održavanja,
- idejno rješenje sustava održavanja,
- prognozu pogodnosti održavanja,
- prognozu, ocjenu i proračun raspoloživosti i ukupne učinkovitosti,
- analizu postupaka održavanja.

Algoritam za izbor odgovarajućeg sustava održavanja odnosno politike održavanja daje mogućnost izbora između preventivnog i korektivnog održavanja ili održavanja prema stanju, što u krajnjem ovisi o obujmu svake vrste održavanja, periodičnosti, odnosno vjerojatnosti otkaza i troškova održavanja.

---

<sup>1</sup> PO - preventivno održavanje; KO – korektivno održavanje

Slika 6 Algoritam za izbor odgovarajućeg sustava održavanja



Izvor: Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996. str. 145.



## 4.2. Model procjene troškova za vijek trajanja vozila

U današnje vrijeme postoji potreba za pouzdanim proizvodima. Nužno je da proizvodi prilikom svog rada ne štete njihovim korisnicima i njihovom okruženju i okolišu. Nadalje trebalo bi ih biti lako održavati kroz njihov tehnički vijek trajanja. Kako bi zadovoljio korisnike od proizvođača se očekuje da dizajnira proizvode koji su pouzdani i financijski isplativi. Kako bi uspio proizvođač mora uračunati sve troškove koji su se pojavili kroz proizvodnju i procijeniti vijek trajanja proizvoda.

Procjena vijeka trajanja vozila koristi statističke podatke i različite metode u konceptima proizvoda vozila. U početnim fazama dizajniranja proizvoda model procjene troškova za vijek trajanja može ukazati na razlike između konkurenata, te postići povećanja u pouzdanosti, dostupnosti, održivosti i sigurnosti vozila. Analiza troškova za vijek trajanja vozila je ekonomska analiza kojom se procjenjivaju ukupni troškovi vozila. Ta analiza pruža podatke koji su ključni prilikom donošenja odluka vezanih za faze dizajniranja, razvoja, korištenja i plasiranja na tržište. Procjena troškova za vijek trajanja vozila može pomoći prilikom procjenjivanja troškova nekih specifičnih aktivnosti kao npr. prilikom planiranja različitih načina i pristupa održavanju, rješavanja problema nekog dijela proizvoda, a najviše prilikom rada vozila ako je namijenjeno za rad (primjer, procjena troškova za vijek trajanja cisterne za prijevoz naftnih derivata). Prema J. Furch postoji pet faza vijeka trajanja motornog vozila:

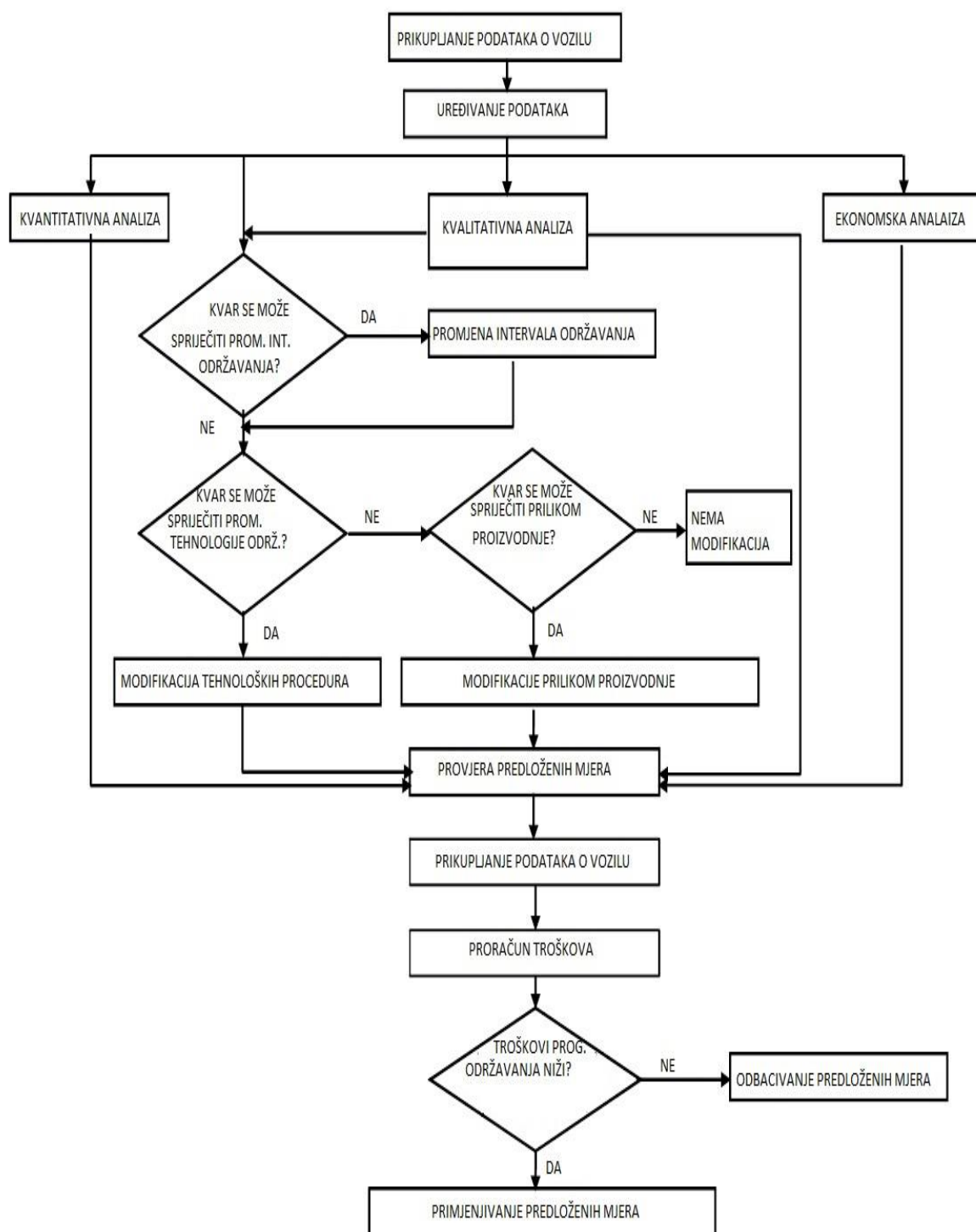
1. period određivanja koncepta i potreba,
2. period dizajniranja i razvoja,
3. period proizvodnje,
4. period korištenja (vozilo na radu) i održavanja, i
5. period odstranjivanja.

### **4.3. Model sustavnog održavanja vozila**

Program održavanja uglavnom se sastoji od početnog programa i operativnog programa, koji se kontinuirano razvija. Operativni program održavanja se proširuje koristeći početni program, stoga je nužno da korisnik započne s prikupljanjem podataka odmah nakon što je vozilo stavljeno u uporabu. Kako bi se proširio operativni program nužno je definirati:

- ciljeve programa održavanja,
- metode koje omogućavaju proširenje programa održavanja ,
- sadržaj programa održavanja.

**Slika 7. Dijagram prijedloga programa održavanja**



Izvor: izradio autor prema: Furch J.: Design of operational vehicle maintenance programme based on lifecycle cost and reliability centred maintenance, Advances in military technology, University of Defence, Brno, 2009. str. 38.

#### 4.4. Pouzdanost voznog parka sa stajališta održavanja

Pouzdanost je bitno obilježje voznog parka koje se u biti definira već u istraživačkim, konstrukcijskim i proizvodnim fazama. Pouzdanost prijevoznih sredstava, kao i ostalih tehničkih sustava, obično je određena sljedećim parametrima: bezotkaznost, trajnost, prilagođenost propisanom održavanju i tehnička ispravnost.

Pouzdanost prijevoznih sredstava ne ovisi samo o fazama koje prethode procesu proizvodnje određenoga prijevoznog sredstva ili kvalitete proizvodnje, nego isto tako i o uvjetima u kojima vozila rade (prometnice, održavanje, preopterećenje, upravljanje i dr.), kao i o uspješnom održavanju. Današnja prijevozna sredstva obilježava relativno velika prijevozna učinkovitost (temeljena na odvijanju pojedinih faza prijevoznog procesa), složenost konstrukcije, zadovoljavajuća pouzdanost, te mogućnost tehničke zastarjelosti. Te značajke ukazuju na odgovorniji odnos prema aktivnostima koje omogućuju neprekidan rad, odnosno prema kvalitetnom održavanju. Temeljni je smisao bio kojeg načina održavanja da se izbjegnu ili smanje prekidi u radu, iako nije moguće izbjeći otkaze, ali se određenim postupcima može utjecati na njihovu pojavu i trajanje. (Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, str 160.)

Prijevozno sredstvo kao tehnički sustav ima svoj vijek, a održavanje u tome ima istaknuto značenje. Ako se vijek trajanja prijevoznog sredstva zamisli kao funkcija, onda se ona može promatrati i mijenjati u ovisnosti o više čimbenika. S obzirom na vrijeme pojave neispravnosti, moguća su dva stanja. Prvo i željeno stanje jest ispravnost, a drugo i nepoželjno neispravno stanje. Teorijski, ispravno i neispravno stanje se isključuju i razlikuju po intenzitetu, jer ispravnost prijevoznog sredstva određuje koeficijent tehničke ispravnosti. Odsutnost zakonitosti pojave neispravnosti rezultat je stohastičnosti procesa eksploatacije voznog parka. Ako otkaz ispravnosti nastaje pri programiranom održavanju, tada se redovito pojavljuju manji otkazi i proces može poprimiti determinističko obilježje. (Županović, I. – Ribarić, B.: Organizacija..., str. 118. )

#### 4.5. Vozač u ulozi održavanja

Pravilan i odgovoran pristup načinu uporabe i održavanja cestovnih vozila bitno utječe na intenzitet promjene njihovog tehničkog stanja, razinu operativne raspoloživosti, kao i na eksploatacijski vijek trajanja. Nepravilna uporaba i nepravovremeno, neorganizirano i nestručno održavanje uzrokuju rast frekvencije kvarova što smanjuje operativnu raspoloživost voznog parka i povećava eksploatacijske troškove. Pod pojmom kulture uporabe i održavanja cestovnih vozila se podrazumijeva cjelokupan rad svih čimbenika tijekom eksploatacije vozila. U ovom slučaju najveća odgovornost leži na menadžmentu koji je zadužen za sustav eksploatacije i održavanja voznog parka, jer su u njegovoj domeni neke od najvažnijih aktivnosti, poput: (Jurić I. Održavanje cestovnih vozila, e-student FPZ. Zagreb, 2010. )

- odgovarajuća organizacija rada,
- izbor optimalnih transportnih sredstava,
- izbor pouzdanih vozača,
- izbor transportnog puta,
- adekvatna organizacija održavanja i obnavljanja,
- nabavka kvalitetnih eksploatacijskih materijala.

Savjestan i dobro osposobljen vozač bitno utječe na pouzdanost vozilo, i to kroz racionalno korištenje vozila, kontinuirano praćenje stanja vozila kao cjeline, kvalitetno opsluživanje svih agregata. Vozač svojim načinom vožnje utječe na intenzitet promjene stanja elemenata i sklopova vozila, kao i na njegov eksploatacijski vijek. Promjena brzine vozila tijekom cijelog vremena rada je karakteristika impulsnog načina vožnje (zalet – kočenje). Jasno da ovakav način vožnje, obzirom na pouzdanost i ekonomičnost, nije dobar, jer brzina trošenja ne ovisi toliko o apsolutnim vrijednostima opterećenja i temperature koliko o neravnomjernosti promjene snage, temperature, brzine, itd. Za vozilo su najnepovoljniji neustaljeni režimi rada, a ovakvim načinom vožnje svi agregati vozila uglavnom rade baš pod ovim režimom. Vožnja s približno konstantnom brzinom je bitno povoljniji način vožnje, jer je to uglavnom ustaljeni režim rada motora, koliko to konkretni uvjeti dozvoljavaju. Kvalitetni i dobro obučeni vozači najčešće primjenjuju kombinirani način vožnje.

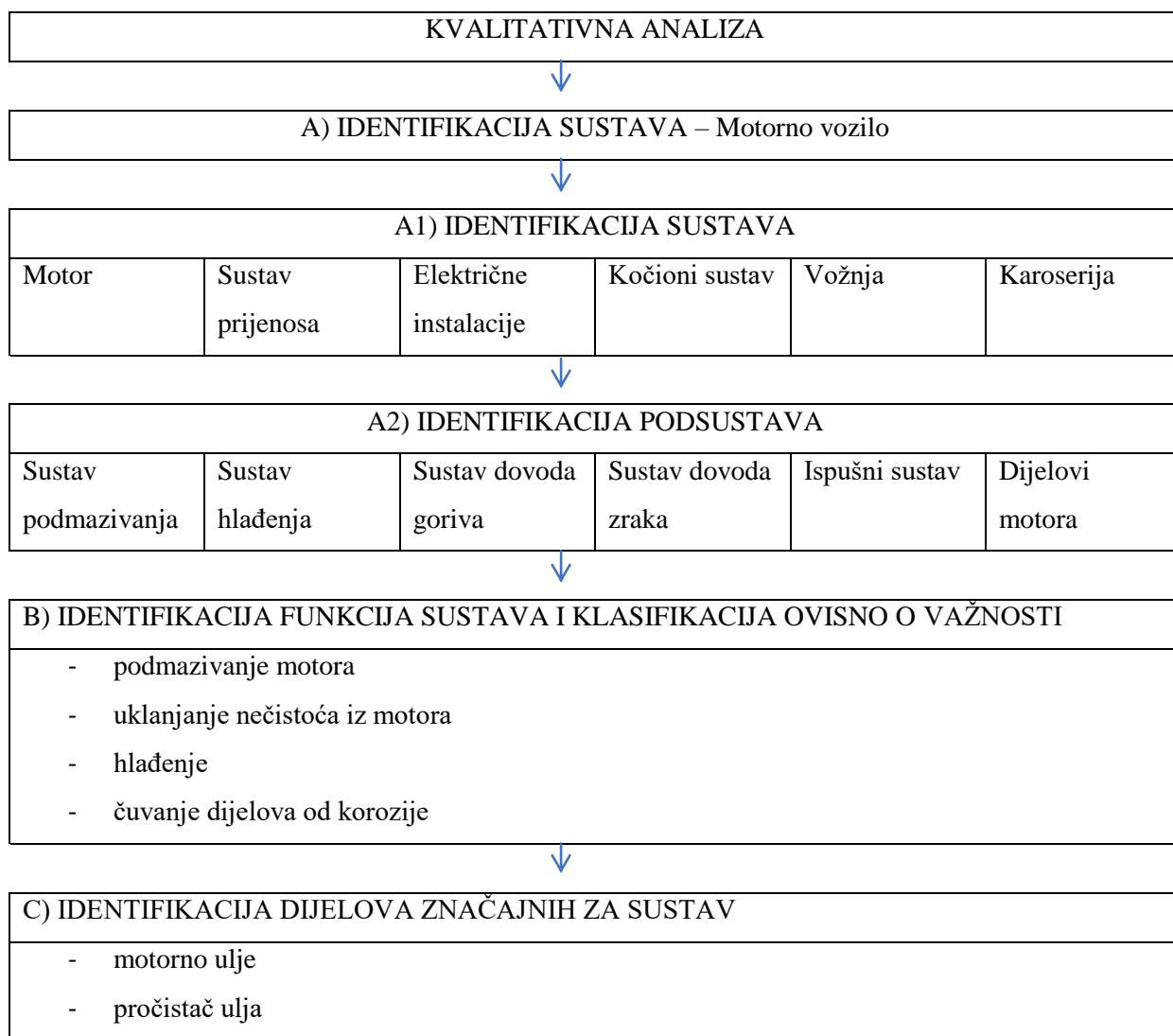
## 5. ANALIZE I PRORAČUNI SUSTAVA ODRŽAVANJA

### 5.1. Kvalitativna analiza sustava održavanja

Kvalitativna analiza se koristi za određivanje utjecaja kvarova i optimalnih poduzimanja mjera koje su nužne za preventivno održavanje. Analiza se sastoji od dva dijela:

- kategorizacija utjecaja kvarova,
- predlaganje zadataka održavanja.

Slika 8. Primjer kvalitativne analize motora



<ul style="list-style-type: none"> <li>- senzor tlaka</li> <li>- senzor temperature</li> </ul>
--



<b>D1) UZROCI KVARA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pad razine motornog ulja</li> <li>- narušavanje kvalitete motornog ulja</li> <li>- kvar pročištača motornog ulja</li> <li>- kvar senzora tlaka motornog ulja</li> <li>- kvar senzora temperature motornog ulja</li> </ul>



<b>D2) POSLJEDICE KVARA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pad tlaka motornog ulja</li> <li>- povećanje temperature motornog ulja</li> <li>- povećano trošenje cilindara</li> <li>- šteta na motoru</li> </ul>



E) KATEGORIZACIJA POSLJEDICA KVARA			
Serviser mogao uočiti kvar?			
	DA		NE
	↓		↓
	Kvar očit		Kvar skriven
	↓		
Kvar ugrožava sigurnost?			
DA	←	→	NE
			↓
	Kvar ugrožava radni kapacitet?		
	Kvar ugrožava rad?		Kvar povećava troškove?
	↓		↓
Poduzimanje mjera za osiguravanje sigurnosti	Poduzimanje mjera za smanjenje rizika od prestanka	Poduzimanje mjera ako su troškovi veći od troškova	

	rada	popravka kvara
--	------	----------------



<b>F) ODABIR ZADATAKA ODRŽAVANJA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nadzor uređaja za mjerenje tlaka i temperature motornog ulja</li> <li>- vizualna provjera curenja motornog ulja iz motora</li> <li>- provjera količine motornog ulja</li> <li>- provjera senzora tlaka i temperature motornog ulja</li> <li>- provjera kvalitete motornog ulja</li> <li>- promjena motornog ulja i pročistača motornog ulja</li> </ul>



<b>G) ODREĐIVANJE ZADATAKA TEHNIČKOG ODRŽAVANJA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. promjena motornog ulja – po preporuci proizvođača</li> <li>2. nakon sakupljanja podataka primjenjivanje različitih metoda popravaka ovisno o potrebi</li> </ol>

Izvor: izradio autor prema Furch J.: Design of operational vehicle maintenance programme based on lifecycle cost and reliability centred maintenance, Advances in military technology, University of Defence, Brno, 2009.

str. 47.

## 5.2. Ekonomska analiza sustava održavanja

Ekonomska analiza se koristi za procjenu ukupnih troškova na kupnju, rad i odstranjivanje vozila. Analiza se može koristiti za vrijeme cijelog vijeka trajanja vozila ili samo u nekim dijelovima ili u kombinacijama, već spomenutih pet faza vijeka trajanja vozila.

Pet faza vijeka trajanja motornog vozila:

- |   |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| 1. period određivanja koncepta i potreba,             |   | trošak kupnje         |
| 2. period dizajniranja i razvoja,                     |   |                       |
| 3. period proizvodnje,                                |   |                       |
| 4. period korištenja (vozilo na radu) i održavanja, i | → | trošak rada vozila    |
| 5. period odstranjivanja.                             | → | trošak odstranjivanja |



### 5.3. Proračuni troškova

Proračun troškova vijeka trajanja

$$C_{PAM} = C_{PA} + C_{OMC} + C_{OMP}$$

Gdje je:

$C_{PAM}$  - trošak vijeka trajanja

$C_{PA}$  - trošak kupnje vozila i amortizacije

$C_{OMC}$  - troškovi korektivnog održavanja

$C_{OMP}$  - troškovi preventivnog održavanja

Proračun kupnje vozila i amortizacije

Stvarna vrijednost vozila tijekom njegova rada se računa iz troška kupnje umanjen za njegovu amortizaciju. Troškovi amortizacije uključuju starost vozila i broj prijeđenih kilometara.

a) Troškovi kupnje vozila

$$C_P = C_{CD} + C_{DD} + C_M + C_S + C_G$$

$C_{CD}$ -troškovi određivanja potreba i koncepta

$C_{DD}$ - troškovi dizajniranja i razvoja

$C_M$  - troškovi proizvodnje

$C_S$ - troškovi prodaje vozila

$C_G$ - troškovi osiguravanja popravaka tijekom perioda jamstva

b) Troškovi amortizacije

Vrijednost amortiziranog vozila se određuje prema starosti vozila i broju prijeđenih kilometara.

$$C_{PA} = (C_{AT} + C_{AO})/2$$

$C_{PA}$ - troškovi kupnje i amortizacije vozila

$C_{AT}$  - vrijednost amortizacije u ovisnosti o starosti vozila

$C_{AO}$ – vrijednost amortizacije u ovisnosti o broju prijeđenih kilometara

#### Proračun troškova održavanja vozila

##### a) Troškovi korektivnog održavanja

Ukupni troškovi koji su potrebni za osiguravanje popravaka tijekom rada vozila ovise o broju kvarova koji se pojave na vozilu tijekom njegova rada, i o troškovima koji su potrebni za uklanjanje kvarova. Troškovi korektivnog održavanja mogu se izračunati na sljedeće načine:

$$C_{OMC(j)} = \sum_{n=1}^{n=j} z_{(n)} i c_R, \quad f_{C_{OMC}} = c_R \int_{t_0}^{t_n} \frac{t}{E_t} dt, \quad C_{OMC} = \frac{c_R}{\phi} t.$$

##### b) Troškovi preventivnog održavanja

Ukupni troškovi zakazanih preventivnih održavanja koja su se održala prema specificiranom rasporedu za određeno vozilo.

##### c) Ukupni troškovi održavanja vozila

Ukupni troškovi održavanja vozila sastoje se od troškova preventivnog i korektivnog održavanja.

## **6. TEHNIČKI PREGLED VOZILA**

Temeljem Zakona o sigurnosti prometa na cestama i Pravilnika o tehničkim pregledima vozila, obvezan je tehnički pregled za sva motorna vozila i priključna vozila osim radnih strojeva. Tehnički pregled vozila je proces uspostave sigurnosti motornih vozila, te utvrđivanje da li vozilo ispunjava propisane uvjete za sudjelovanje u cestovnom prometu, da li vozilo ima sve potrebne uređaje i opremu i jesu li odgovarajući. Tehnički pregled vozila je sigurnosni i ekološki orijentirana djelatnost od javnog interesa. Inspekcija, bezznačajnog rastavljanja vozila provjerava sve uređaje koji su instalirani u vozilu. Svako vozilo koje sudjeluje u cestovnom prometu mora biti tehnički ispravno, odnosno mora ispunjavati tehničke uvjete inspekcije. Uređaji i oprema koje moraju imati motorna i priključna vozila i uvjeti kojima moraju udovoljavati propisani su Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama.

### **6.1. Tehnički pregled vozila u RH**

U Republici Hrvatskoj u prometu na cesti smiju sudjelovati samo motorna i priključna vozila koja su registrirana i imaju važeću prometnu dozvolu. Kako bi vozilo bilo registrirano mora pristupiti tehničkom pregledu na kojem se utvrđuje ima li to vozilo propisane uređaje i opremu, jesu li ispravni te udovoljavaju li propisanim uvjetima za sudjelovanje u prometu na cesti. Ukoliko vozilo zadovolji uvjete na tehničkom pregledu izdaje se potvrda na osnovu koje je isto registrirano. Motorna i priključna vozila pojedinačne ili maloserijske proizvodnje, prije prvog puštanja u promet moraju biti podvrgnuta postupku ispitivanja vozila zbog utvrđivanja vozila tehničkih značajki bitnih za sigurnost i okoliš. Također vozila koja imaju neserijske dijelove, koja su nadograđivana ili pregrađivana moraju biti podvrgnuta ispitivanju promijenjenih dijelova i uređaja prije puštanja u promet. U postupku ispitivanja vozila provjerava se jesu li pojedini uređaji na vozilima homologirani, a motorna i priključna vozila koja se proizvode serijski moraju biti homologirana (tipno odobrena) te se njihova homologacija provjerava prije stavljanja na tržište i prve registracije. Pravilnicima o homologaciji propisuju se zahtjevi koje moraju zadovoljavati vozila, njihovi dijelovi i

oprema. U Republici Hrvatskoj tehničkim pregledom vozila, registracijom, ispitivanjem te homologacijom bavi se Centar za vozila Hrvatske (CVH).

## **6.2. Vrste tehničkih pregleda**

Tehnički pregledi vozila su redovni s ispitivanjem ispušnih plinova motornih vozila, preventivni i izvanredni.

Nova motorna i priključna vozila koja sudjeluju u prometu na cestama, vlasnici su dužni podvrgnuti redovnom tehničkom pregledu tijekom mjeseca u kojem ističe rok od 24 mjeseca od prvog tehničkog pregleda i registracija vozila. Vozila stara dvije ili više godina, vlasnici su dužni podvrgnuti redovnom tehničkom pregledu tijekom svakog 12. mjeseca od posljednjeg redovnog tehničkog pregleda. Rok važenja redovnog tehničkog pregleda (prometne dozvole) označava se posebnim znakom – naljepnicom, na prednjoj strani vozila.

Na vozilima koja se daju u najam (rent-a-car), vozilima kojima se obavlja osposobljavanje kandidata za vozače (osim mopeda, motocikala i traktora u vlasništvu kandidata), vozilima kojima se obavlja taksi prijevoz, autobusima, teretnim i priključnim vozilima za prijevoz opasnih tvari, teretnim i priključnim vozilima čija najveća dopuštena masa prelazi 7.500 kg, obavljaju se preventivni tehnički pregledi. Pravne i fizičke osobe kad proizvode, održavaju, popravljaju ili prepravljaju vozila ili stavljaju u promet vozila, uređaje, rezervne dijelove i opremu za vozila dužni su vozila, uređaje, dijelove i opremu proizvoditi, stavljati u promet, održavati odnosno popravljati prema propisanim uvjetima nužnim za sigurno sudjelovanje vozila u prometu.

Pravne i fizičke osobe koje su ovlaštene za servisiranje i popravljavanje vozila, nakon popravka vozila kojem su u prometnoj nesreći ili na neki drugi način bili oštećeni sklopovi i uređaji koji su bitni s gledišta sigurnosti prometa, dužne su takvo vozilo podvrgnuti izvanrednom tehničkom pregledu i vlasniku odnosno korisniku vozila izdati potvrdu da je vozilo ispravno za sigurno sudjelovanje u prometu. (Pravilnik o tehničkim pregledima vozila (pročišćeni tekst), NN, broj, 148/08, 36/10 i 52//13. 2010. Godina.)

### 6.3. Analiza statističkih podataka o tehničkoj ispravnosti vozila

Preko kvalitetnog održavanja vozila dolazimo do efektivnijeg vozila čime se povećava sigurnost prometa u kojem to vozilo sudjeluje. Prema dosadašnjim istraživanjima u Hrvatskoj broj prometnih nesreća sa tehnički neispravnim vozilima iznosi oko 0,2 %. Međunarodna istraživanja provedena u Njemačkoj ukazuju na to da je najveći uzrok prometnih nesreća čovjek, dok su za 6 % svih prometnih nesreća uzrok bila tehnički neispravna vozila.

Međutim, analizirajući statističke podatke o rezultatima tehničkih pregleda vozila tijekom 2012., 2013. i 2014. godine, vidljivo je da više od 20% vozila nije zadovoljilo propisane tehničke uvjete, odnosno da su ista tehnički neispravna. Realno je za pretpostaviti da je broj neispravnih vozila koji su uzrokovali prometne nesreće znatno veći od broja iz službenih statistika. Tome u prilog ide i podatak da svakodnevno u cestovnom prometu Republike Hrvatske sudjeluje određen broj neregistriranih vozila, čija je tehnička ispravnost po logici stvari posebno upitna.

Uz prosječno utvrđenih 21,40 % neispravnih vozila na ukupno 1.870.298 pregledanih vozila u 2014. godini, raspon udjela neispravnih vozila kreće se od 19,35 % do 49,92 %. Ovakav raspon u rezultatima tehničkog pregleda naizgled ukazuje na moguću neujednačenost u kriterijima ocjenjivanja neispravnosti, odnosno njihovog evidentiranja, no detaljnijom analizom pojedinih STP u 2014. godini, utvrđeno je da postoje bitne razlike u prosječnoj starosti i vrsti vozila koja gravitiraju određenoj stanici za tehnički pregled. Ipak, tijekom godina vidi se sve veća ujednačenost kriterija. U 2014. godini je čak u 104 stanice za tehnički pregled utvrđena neispravnost u rasponu od 20 do 30 %.

Broj stanica za tehnički pregled u kojima je utvrđen određeni postotak neispravnosti, u koracima od 10%, prikazan u tablici 8 i grafikonu 1, u usporedbi s prethodnim periodima, ukazuje na pozitivni pomak u smislu ujednačenosti rezultata.

**Tablica 1. Udio ukupne neispravnosti u stanicama za tehnički pregled**

Utvrđena neispravnost na vozilu	Do 10 %	10 – 20 %	20 – 30 %	30 – 40 %	Više od 40 %
Broj stanica za tehnički pregled	0	1	104	51	3

Izvor: Izradio autor prema podacima [www.cvh.hr](http://www.cvh.hr)

Trend povećanja prosječne neispravnosti nastavlja se i u 2015. godini. Iako postoje naznake povećanja prodaje novih vozila, to povećanje još uvijek nije dostiglo razinu koja bi rezultirala smanjenjem prosječne starosti voznog parka već je još uvijek izražen trend povećanja prosječne starosti voznog parka u Republici Hrvatskoj.

## 7. ZAKLJUČAK

Kao što je spomenuto u uvodu ovog rada, vozilo ima glavnu ulogu u odvijanju prometa odnosno „ako je stalo vozilo, stao je i promet“. Stoga, nužno je osigurati vozilo koje može izvršiti sve radnje za koje je predviđeno. Vozilo kao tehnički sustav izvršava radnje i time postaje subjektom dotrajalosti i propadanja, posebice uslijed nepravilnog korištenja i nekvalitetnog programa održavanja. Kako bi se spriječili kvarovi koji će prouzrokovati zastoje na radu i time povećati troškove poslovanja, vozilo treba biti u stanju obavljati rad. Da bi vozilo bilo u stanju kontinuiranog obavljanja svoje radne funkcije, ono se mora i kontinuirano održavati, što se najlakše može postići ako se održavanje planira pri samom razvoju, tj. prije proizvodnje vozila. Nakon planiranja održavanja vozila pri razvoju također je nužno praćenje stanja vozila na radu, te prikupljanje svih podataka koji mogu biti potrebni pri popravljaju kvarova koji s vremenom nastanu, odnosno svih podataka koji mogu biti relevantni serviseru pri korektivnom i/ili preventivnom održavanju. Serviseru pri održavanju bitni su svi kvarovi jer i najmanji kvar može prouzročiti lančane otkaze koji bi doveli do potpunog prekida funkcije vozila.

Vozilo kao tehnički sustav može biti u različitim funkcijskim stanjima, kao primjer stanje besprijekornog rada, stanje s manjim kvarom ili stanje s kvarom koji onemogućava funkcioniranje vozila. U nekim slučajevima na vozilu se može pojaviti kvar kojeg nije ekonomski odnosno financijski opravdano popravljati jer prouzrokuje prevelik trošak održavanja. Do troškova održavanja dolazimo putem analiza troškova održavanja koje ukazuju na isplativost održavanja.

Tehnički pregled je zakonom predviđeno održavanje vozila koje povećanjem svoje kvalitete povećava sigurnost prometa na razini države.

leci

## LITERATURA

### 1) KNJIGE

- Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001.
- Belak S. Terotehnologija. Visoka škola za turistički menadžment; Šibenik, 2005.
- Furch J.: Design of operational vehicle maintenance programme based on lifecycle cost and reliability centred maintenance, Advances in military technology, University of Defence, Brno, 2009.
- Furch J.: A model for predicting motor vehicle lifecycle cost and its verification, Brno, 2016.
- Jurić I.: Održavanje cestovnih vozila, e-student FPZ. Zagreb, 2010.
- Lazović, M.: Razvoj vozila s uvažavanjem održavanja u životnom vijeku kao čimbenika kakvoće, Prometna tehnika, Maribor, 1996.

### 2) INTERNET

- [www.cvh.hr](http://www.cvh.hr) (15.06.2017.)
- <https://www.cvh.hr/propisi-i-upute/pravilnici/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/pravilnik-o-tehnickim-pregledima-vozila/> (15.06.2017)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Faze razvoja proizvoda glede pogodnosti održavanja.....	6
Slika 2. Odnos pouzdanosti, obujma održavanja i složenosti dijagnostike .....	8
Slika 3. Slabljenje značajke sustava i praćenje promjene stanja određenog parametra .....	9
Slika 4. Vremenska slika stanja vozila.....	11
Slika 5. Izbor prihvatljive koncepcije održavanja .....	16
Slika 6. Algoritam za izbor odgovarajućeg sustava održavanja.....	18
Slika 7. Dijagram prijedloga programa održavanja.....	21
Slika 8. Primjer kvalitativne analize motora .....	24

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Udio ukupne neispravnosti u stanicama za tehnički pregled.....	32
---	----